


**Device for determining the position of an object in an OXZ plane using an array of CCD cameras with a mask placed in front of them comprising an arrangement of sloping transparent and opaque bands**

**Patent number:** DE10026201  
**Publication date:** 2000-12-14  
**Inventor:** BARAS CHRISTIAN (FR)  
**Applicant:** INST FRANCO ALLEMAND DE RECH S (FR)  
**Classification:**  
- international: G01B11/25; H04N1/193  
- european: G01B11/00D; G01S3/783B; G01S5/16  
**Application number:** DE20001026201 20000526  
**Priority number(s):** FR19990006839 19990531

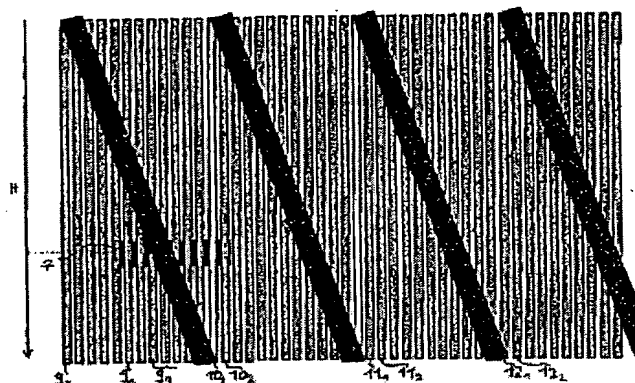
Also published as:

 FR2794246 (A)

Report a data error he

**Abstract of DE10026201**

Device comprises one or more CCD type sensor bars each with a number of pixels for generation of a signal and a signal processing device. The ratio of pixels in the CCD bar is in the ratio 10 or more on a longitudinal axis for each one on a transverse accent. The bar is disposed along the OX axis and in front of it is a mask of equally spaced slanting bands. The bands are alternately transparent and opaque and are inclined to the pixel axis. The width of each band is equal to some 5 pixels. By use of a CCD bar axes OX, OY and OZ it is possible to track movement of an object in three dimensions.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 26 201 A 1**

⑤ Int. Cl.7:  
**G 01 B 11/25**  
H 04 N 1/193

⑳ Aktenzeichen: 100 26 201.5  
㉑ Anmeldetag: 26. 5. 2000  
㉒ Offenlegungstag: 14. 12. 2000

**DE 100 26 201 A 1**

③⑩ Unionspriorität:  
9906839 31. 05. 1999 FR

㉑ Anmelder:  
Institut Franco-Allemand de Recherches de  
Saint-Louis, Saint-Louis, Haut-Rhin, FR

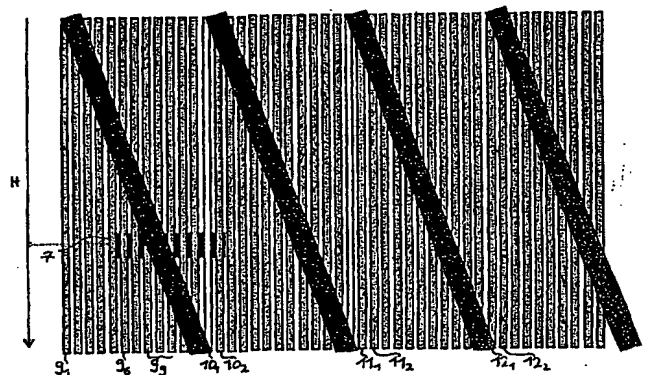
㉒ Vertreter:  
Grommes, K., Dr.-Ing., Pat.-Anw., 56068 Koblenz

㉓ Erfinder:  
Baras, Christian, Dr., Saint-Louis, FR

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ **Vorrichtung für die Bestimmung der Position eines Gegenstandes in einem OXZ-Bezugssystem**

⑤⑤ Die vorliegende Erfindung betrifft Messanordnungen, die durch den Einsatz von optischen Vorrichtungen gekennzeichnet sind, und behandelt insbesondere eine Vorrichtung, mit deren Hilfe die Position eines eventuell beweglichen Gegenstandes in einem OXZ-Bezugssystem bestimmt werden kann und die mindestens ein Sensor-Array mit CCD-Pixeln enthält und ein Signal erzeugen kann, wobei Vorrichtungen für die Verarbeitung dieses Signals und eine Maske vor diesem Sensor angebracht sind; diese Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass das Array aus Pixeln mit einem Länge-Breite-Verhältnis von über 10 besteht und gemäß der OX-Achse verläuft und dadurch gekennzeichnet, dass die Maske aus einer Reihe von Bändern besteht, die gegenüber der Pixelachse geneigt sind und im Hinblick auf die vom Gegenstand emittierte Strahlung abwechselnd undurchlässig und transparent sind und zwischen dem Gegenstand und dem CCD-Array angeordnet sind.



**DE 100 26 201 A 1**

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft Messanordnungen, die durch den Einsatz von optischen Vorrichtungen gekennzeichnet sind, und behandelt insbesondere eine Vorrichtung für die Ortung eines eventuell beweglichen Gegenstandes von der Art, dass sie wenigstens ein CCD-Sensor-Array und eine Maske vor diesem Sensor enthält.

Der Einsatz von Vorrichtungen für die Ortung eines eventuell beweglichen Gegenstandes von der Art, dass sie mindestens ein CCD-Sensor-Array und eine Maske vor diesem Sensor enthalten, ist bekannt.

Zum Beispiel beschreibt das Patent US 4645347 eine solche Vorrichtung mit einem bidirektionalen Sensor in der OXZ-Ebene und eine Maske auf Ebene der Optik für die Bereitstellung einer dreidimensionalen Information nach der Computer-Verarbeitung der von dem zweidimensionalen Sensor gelieferten Signale.

Eine solche Vorrichtung hat den Nachteil, dass sie eine lange Verarbeitungszeit benötigt, die in gewissen Fällen möglicherweise keinen Echtzeit-Betrieb erlaubt. Zudem ist die Verarbeitungszeit der von den Sensoren gelieferten Signale zu minimieren, wenn es sich bei dem zu erfassenden Gegenstand um ein Geschoss handelt.

Im Übrigen ist auch das Patent WO 97/01795 bekannt, welches ein Verfahren für die fotografische Aufzeichnung und die Wiedergabe von 3-D-Informationen ohne Objektiv, aber mit Lochblenden beschreibt. Eine solche Vorrichtung kann ebenfalls nicht in Echtzeit arbeiten und erfordert darüber hinaus die Verwendung eines Silberfilms oder sonstigen Films und eine besondere Entfernung zwischen der Maske und dem Film, damit sich ein Bild ergibt.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Lösung für die Nachteile der vorstehend aufgeführten Vorrichtungen zu finden, indem insbesondere eine Vorrichtung vorgeschlagen wird, mit deren Hilfe ein Gegenstand in Echtzeit ohne die Verwendung irgendeines Films geortet werden kann.

Die vorgeschlagene Lösung betrifft eine Vorrichtung, mit deren Hilfe die Position eines eventuell beweglichen Gegenstandes in einem OXZ-Bezugssystem bestimmt werden kann und die mindestens ein Sensor-Array mit Pixeln enthält und ein Signal erzeugen kann, wobei Vorrichtungen für die Verarbeitung dieses Signals und eine Maske vor diesem Sensor angebracht sind. Das Array besteht aus Pixeln mit einem Länge-Breite-Verhältnis von über 10 und verläuft gemäß der OX-Achse. Die Maske besteht aus einer Reihe von Bändern, die gegenüber der Pixel-Achse geneigt sind und im Hinblick auf die vom Gegenstand emittierte Strahlung abwechselnd undurchlässig und transparent sind und zwischen dem Gegenstand und dem CCD-Array angeordnet sind.

Entsprechend einer besonderen Ausgestaltung besteht die Maske aus einer Vielzahl von unabhängigen und undurchlässigen Bändern, die auf dem CCD-Array befestigt sind.

Entsprechend einer weiteren Ausgestaltung haben die Bänder alle dieselbe Breite.

Entsprechend einer weiteren Ausgestaltung sind die undurchlässigen und unabhängigen Bänder gemäß einem Modulo entsprechend einer Anzahl  $n$  von Pixeln jeweils parallel zueinander angeordnet.

Entsprechend einer vorzugsweise verwendeten Ausgestaltung sind die undurchlässigen Bänder so geneigt, dass jedes von ihnen einen Teil von wenigstens fünf aufeinander folgenden Pixeln abdeckt.

Entsprechend einer weiteren Ausgestaltung enthalten die Verarbeitungsvorrichtungen Berechnungsvorrichtungen, mit deren Hilfe die Position des Ziels gemäß der OZ-Achse bestimmt werden kann.

Entsprechend einer weiteren Ausgestaltung enthalten die Verarbeitungsvorrichtungen Vorrichtungen zur Subtraktion zweier aufeinander folgender oder nicht aufeinander folgender Signale aus dem besagten CCD-Array sowie zur Erzeugung eines dritten Signals, das durch die Differenz der beiden Signale gebildet wird.

Entsprechend einer zweiten Ausgestaltung für die Bestimmung der Position eines beweglichen Gegenstandes in einem OXYZ-Bezugssystem enthält die Vorrichtung:

- zwei CCD-Arrays, die gemäß zwei verschiedenen Achsen OX, OZ angeordnet sind, die nicht senkrecht zur Achse OY verlaufen, die festgelegt ist durch die Richtung zwischen der Vorrichtung und dem Gegenstand, oder die gemäß einer selben Achse OX oder OZ angeordnet sind,
- zwei Masken mit einer Reihe von Bändern, die für die vom Gegenstand emittierte Strahlung abwechselnd undurchlässig und durchlässig sind, wobei jedes Band zwischen dem Gegenstand und einem der Arrays angebracht ist,
- Vorrichtungen für die Verarbeitung der Signale aus den CCD-Arrays,
- Berechnungsvorrichtungen für die Bestimmung der Position des Ziels gemäß den Achsen OZ und OY.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen gehen aus der Beschreibung von zwei Realisierungsvarianten der Erfindung und aus den beigelegten Figuren hervor. Zu diesen Figuren:

Fig. 1 stellt ein Beispiel für ein in diesem Fall orthonormiertes Bezugssystem dar, das zur Bestimmung der Koordinaten eines Gegenstandes benutzt werden kann,

Fig. 2 stellt die Anordnung der Sensoren bei einer Realisierungsart der Erfindung dar,

Fig. 3 zeigt ein Realisierungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 4 zeigt ein Beispiel für die Detektion eines beweglichen Gegenstandes,

Fig. 5a bis Fig. 5d zeigen Signale, die während verschiedener Phasen von Signalverarbeitungsvorrichtungen erfasst wurden, die im Rahmen der Realisierungsvariante der Erfindung verwendet wurden.

Fig. 1 zeigt ein Beispiel für ein in diesem Fall orthonormiertes Bezugssystem, das zur Bestimmung der Koordinaten eines Gegenstandes benutzt werden kann. Der Koordinatennullpunkt kann als Schwerpunkt der Pixel eines CCD-Arrays gewählt werden und die OX-Achse als Achse, auf der das CCD-Array (die CCD-Arrays) angebracht ist (sind). Die OY-Achse wird durch die Richtung des Ziels oder zumindest der Symmetrieachse des Sehfeldes des CCD-Arrays bestimmt. Die OZ-Achse leitet sich schliesslich direkt von der Position der beiden Achsen OX und OY ab.

Fig. 2 zeigt die Anordnung der Sensoren bei einer Realisierungsart der Erfindung, bei der zwei Kameras 1 und 2 mit jeweils einem CCD-Array, 3 und 4, mit Vorrichtungen 5 zur Verarbeitung der Signale aus den CCD-Arrays verbunden sind.

Die beiden Kameras befinden sich vorzugsweise auf demselben Träger, so dass die Position des Arrays 4 verglichen mit dem Array 3 bekannt und reproduzierbar ist. Bei diesem Realisierungsbeispiel wurde der Schwerpunkt der Pixel des CCD-Arrays 3 als Nullpunkt des Bezugssystems OXYZ gewählt und jedes der beiden CCD-Arrays 3 und 4 ist gemäß der OX-Achse angeordnet.

Die Linien 6 zeigen das Gitternetz gemäß XY durch Projektion der Pixel der Arrays 3 und 4.

Fig. 3 zeigt ein Realisierungsbeispiel der Erfindung. Das CCD-Array 3 besteht aus nebeneinander liegenden Pixeln 9, die verglichen mit ihrer Breite ca. 50-mal höher sind.

Bänder 8 sind durch bekannte Vorrichtungen auf den Pixeln befestigt. Sie sind parallel zueinander angeordnet und durch eine Entfernung voneinander getrennt, die derjenigen zwischen x Pixeln entspricht; in diesem Realisierungsspiel sind das 12 Pixel. Zudem sind sie gegen die Pixel 9 so geneigt, dass sie nur einen Teil jedes Pixel, auf dem sie befestigt sind, abdecken. Ausserdem sind sie so lang, dass ihr eines Ende sich oben, an einem Pixel 9<sub>1</sub> befindet, während ihr anderes Ende sich unten, an einem anderen Pixel 9, befindet. So ist in Anbetracht der Zahl der Bänder und ihrer Geometrie ein Teil jedes Pixels 9 des CCD-Arrays 3 von einem Teil eines undurchlässigen Bands 8 bedeckt.

So können aufgrund der aufeinander folgenden Bänder 8 n aufeinander folgende Pixelkomplexe 10, 11, 12, 13 festgelegt werden, von denen jeder 13 Pixel enthält, da, abgesehen von einem der Endpunkte des Arrays, das erste Pixel 9<sub>1</sub> jedes Komplexes zwei aufeinander folgenden Bändern, d. h. zwei Komplexen gemeinsam angehört.

Fig. 4 zeigt ein Beispiel für die Detektion eines beweglichen Gegenstandes durch das vorstehend beschriebene CCD-Array 3. In diesem Beispiel wird der bewegliche Gegenstand 7 durch die Pixel 9<sub>6</sub>, 9<sub>7</sub>, 9<sub>8</sub>, 9<sub>9</sub>, 9<sub>10</sub>, 9<sub>11</sub>, 9<sub>12</sub>, 10<sub>1</sub>, 10<sub>2</sub> erfasst. Das von 9<sub>8</sub>, 9<sub>9</sub>, 9<sub>10</sub> gelieferte Signal wird durch das Vorhandensein eines optischen Bandes gestört. Die Fig. 5a bis 5d zeigen Signale, die während verschiedener Phasen von den Signalverarbeitungsvorrichtungen erfasst wurden.

Fig. 5a und Fig. 5b zeigen zwei aufeinander folgende Signale S1 und S2, die von derselben Kamera stammen, das eine zum Zeitpunkt t1 und das andere zum Zeitpunkt t2, wobei diese Signale dem Bild derselben Landschaft entsprechen, in der der bewegliche Gegenstand vorhanden ist.

Die Verarbeitungsvorrichtungen 5 enthalten erste Vorrichtungen für die Subtraktion der besagten zwei aufeinander folgenden Videosignale S1 und S2 und können ein zusammengesetztes Signal S1-S2 erzeugen, das der Differenz der beiden Signale entspricht.

Fig. 5c und Fig. 5d zeigen sowohl im Falle des Fehlens als auch im Falle des Vorhandenseins der Bänder 8 das vergrößerte zusammengesetzte Signal S1-S2, das am Ausgang der Vorrichtungen für die Subtraktion der besagten beiden aufeinander folgenden Videosignale vorliegt.

Es ist festzustellen, dass bei Vorhandensein der undurchlässigen Bänder 8 das Signal des beweglichen Gegenstandes bei den Punkten 13 und 14 punktuell verändert wird.

Die Verarbeitungsvorrichtungen beinhalten zudem weitere Vorrichtungen für die Bestimmung der Position des oder der Pixel, bei welchem (welchen) das Signal durch das Vorhandensein des Bandes verändert wird; da die Neigung des undurchlässigen Bands 8 gegenüber den Pixel bekannt ist, kann die relative Position des beweglichen Gegenstandes in OZ-Richtung bestimmt werden, das heisst in der gesamten Fig. 4:

$$Z = H(1 - (n - 1)/12)$$

In diesem Fall entspricht H der Höhe der Pixel und n der Nummer des Pixels, in diesem Fall 9<sub>9</sub>, welches die Veränderung aufweist.

Es ist festzustellen, dass im Rahmen der Fig. 5d die relative Position des Gegenstandes zu jedem der Zeitpunkte t1 und t2 bestimmt werden kann und demnach auch seine Flugbahn abgeleitet werden kann.

Darüberhinaus kann durch den Einsatz der beiden Kameras mit Hilfe von Berechnungsvorrichtungen die Position des Gegenstandes in OY-Richtung bestimmt werden. In der Tat kann die Position des beweglichen Gegenstandes aufgrund der Anordnung der beiden Kameras auf derselben Achse, aber in einer bekannten Entfernung D, durch Triangulation ausgehend vom Wert D und der Differenz der An-

ordnung des beweglichen Gegenstandes auf jedem der beiden CCD-Arrays 3 und 4 der Kameras 1 und 2 bestimmt werden.

Wenn also die Entfernung Y des Gegenstandes gemäß der OY-Achse bekannt ist kann die absolute Höhe des Gegenstandes ausgehend von Y und der relativen Position des beweglichen Gegenstandes Z auf dem Weg der Triangulation bestimmt werden.

Zahlreiche Änderungen können an der vorstehend beschriebenen Vorrichtung vorgenommen werden, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Wenn z. B. die Entfernung Y zwischen dem beweglichen Gegenstand und der Kamera bekannt ist, ist zur Bestimmung der Position des beweglichen Gegenstandes nur eine einzige Kamera erforderlich.

Wenn ein unbeweglicher Gegenstand erfasst werden soll, ist es zudem günstiger, die Bänder in sehr kleinem Abstand zueinander anzuordnen und eventuell erforderlich, eine relative Bewegung der Kameras gegenüber ihrem Träger vorzusehen, da die Bewegungsbahn der Kameras bekannt und reproduzierbar sein muss.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung, mit deren Hilfe die Position eines eventuell beweglichen Gegenstandes in einem OXZ-Bezugssystem bestimmt werden kann und die mindestens ein Sensor-Array mit Pixeln enthält und ein Signal erzeugen kann, wobei Vorrichtungen für die Verarbeitung dieses Signals und eine Maske vor diesem Sensor angebracht sind; diese Vorrichtung ist **dadurch gekennzeichnet**, dass das Array aus Pixeln mit einem Länge-Breite-Verhältnis von über 10 besteht und gemäß der OX-Achse verläuft und **dadurch gekennzeichnet**, dass die Maske aus einer Reihe von Bändern besteht, die gegenüber der Pixel-Achse geneigt sind und im Hinblick auf die vom Gegenstand emittierte Strahlung abwechselnd undurchlässig und transparent sind und zwischen dem Gegenstand und dem CCD-Array angeordnet sind.
2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Maske aus einer Vielzahl von unabhängigen und undurchlässigen Bändern besteht, die auf dem CCD-Array befestigt sind.
3. Vorrichtung gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bänder alle dieselbe Breite haben.
4. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die undurchlässigen und anabhängigen Bänder gemäß einem Modulo entsprechend einer Anzahl von n Pixeln jeweils parallel zueinander angeordnet sind.
5. Vorrichtung gemäß Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die undurchlässigen Bänder so geneigt sind, dass jedes einen Teil von wenigstens fünf aufeinander folgenden Pixeln abdeckt.
6. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verarbeitungsvorrichtungen Vorrichtungen zur Subtraktion zweier aufeinander folgender oder nicht aufeinander folgender Signale aus dem besagten CCD-Array sowie zur Erzeugung eines dritten Signals aus der Differenz der beiden Signale enthalten.
7. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verarbeitungsvorrichtungen Berechnungsvorrichtungen enthalten, mit deren Hilfe die Position des Ziels gemäß der OZ-Achse bestimmt werden kann.

8. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung folgende Komponenten enthält:

- zwei CCD-Arrays, die gemäß zwei verschiedenen Achsen OX, OZ angeordnet sind, die nicht senkrecht zur Achse OY verlaufen, die festgelegt ist durch die Richtung zwischen der Vorrichtung und dem Gegenstand, oder die gemäß einer selben Achse OX oder OZ angeordnet sind, 5
- zwei Masken mit einer Reihe von Bändern, die für die vom Gegenstand emittierte Strahlung abwechselnd undurchlässig und durchlässig sind, wobei jede Maske zwischen dem Gegenstand und einem der Arrays angebracht ist, 10
- Vorrichtungen für die Verarbeitung der Signale aus den CCD-Arrays, 15
- Berechnungsvorrichtungen für die Bestimmung der Position des Ziels gemäß den Achsen OZ und OY. 20

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

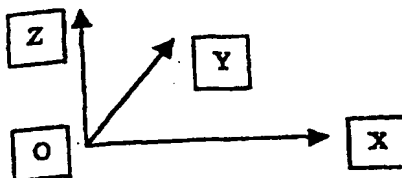


Fig. 2

